신재생 에너지 도입행태 분석: OECD 국가들을 중심으로

배준희* · 최이중** · 이종수*** · 신정우****

요 약

환경 문제와 에너지고갈 문제로 인해 전 세계적으로 신재생 에너지에 대한 관심이 가속화되고 있다. 신재생 에너지의 환경적 측면에서의 강점에도 불구하고 효율성과 가격적인 측면에서는 여전히 한계점이 존재한다. 이러한 상황에서 국가의 기술수준에 적합한 신재생 에너지 발전 방향 제시가 중요한 사안이다. 본 연구에서는 다중 이산-연속 극한(Multiple discrete continuous extreme value, MDCEV) 모형을 이용하여 기술수준에 따른 OECD 국가의 신재생 에너지 도입 행태를 정량적으로 분석하고자 한다. 본 연구의 분석결과를 통해 선진국의 신재생 에너지원 도입과정을 살펴보고, 신재생 에너지원 도입에 국가의 기술수준이 어떤 영향을 미쳤는지 확인해 볼 수 있을 것이라 기대된다. 또한 본 연구의 정량적 모형을 이용하여 개발도상국의 신재생 에너지 발전 방향을 제시하는데 활용할 수 있다.

주요 단어 : 신재생에너지, 기술수준, 다중 이산-연속 극한 (MDCEV) 모형
경제학문헌목록 주제분류 : D12, Q42

* 한국타이어 중앙연구소 대리 (주저자), baejh1212@naver.com

** 한국과학기술기획평가원 부연구위원 . matthew@kistep.re.kr

*** 서울대학교 기술경영경제정책 대학원 부교수, jxlee@snu.ac.kr

**** Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering, The University of Texas at Austin (교신저자), shunjung11@utexas.edu

I. 서 론

화석 에너지는 전세계 에너지 공급의 약 81%를 차지하는 에너지 근간이다. 인류는 이러한 화석 에너지를 바탕으로 지금까지 발전해왔다. 하지만 최근 화석 연료의 고갈과 중국, 인도와 같은 이머징 국가들의 에너지 수요 증가로 유가를 비롯한 화석 연료 가격이 높아져 가고 있다. 또한 과도한 이산화탄소 배출로 인한 지구 온난화 문제가 발생하여 각 종 기상 이변이 초래되고 있다. 이러한 화석 에너지의 문제점으로 인해 화석 에너지의 대체 에너지를 찾는 것이 전 세계의 시급한 문제로 다가왔다.

각 국은 화석 에너지를 대체하기 위해 여러 노력을 기울였고, 그 결과 이산화탄소 배출이 없고 온실가스 배출이 상대적으로 적은 원자력 에너지를 통한 에너지 공급을 늘리고 있다. 그러나 원자력 에너지 또한 높은 초기 건설 비용, 환경오염, 안전사고 위험성, 무기로의 발전 가능성 등 과 같은 여러 가지 심각한 문제에 직면해 있다(Sackett, 2001).

위와 같은 상황에서 화석 에너지의 또 다른 대안 중 하나인 신재생 에너지가 각광 받고 있다. 신재생 에너지는 기존의 화석연료를 변화시켜 이용하거나 햇빛, 물, 지열, 강수, 생물 유기체 등을 포함하여 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지로 잠재력이 풍부하고 다양한 에너지원 공급이 가능하며 오염물질을 거의 배출하지 않는다(Asif and Muneer, 2007). 게다가 신재생 에너지는 에너지원 공급이 거의 무한정이어서 자원의 고갈 위험도 없다는 장점이 존재한다.

신재생 에너지의 필요성에 대한 연구는 다양한 근거를 바탕으로 진행되어 왔다. Elliott(2000)는 신재생 에너지가 무한정으로 에너지를 공급하는 '지속 가능한 기술'이라 하였다. 저자는 신재생 에너지가 환경 파괴를 일으키지 않

는다고 주장하며, 오히려 신재생 에너지가 환경 문제를 해결하기 위한 유일한 해답이라 여기고 있다. 따라서 신재생 에너지 발전을 통한 지속 가능한 개발을 이루기 위해서 사회의 제도적 체계와 장애물들을 제거해야 한다고 말하고 있다.

Turner(1999)는 미국 신재생 에너지의 실행 가능성, 비용, 사회기반시설 로드맵, R&D 이슈 등에 대해 구체적인 수치를 통한 분석을 하였다. 이와 같은 다양한 측면에서의 사례 분석을 통하여 저자는 신재생 에너지의 제조 능력과 개발 기술을 발전시키면 신재생 에너지를 바탕으로 한 지속 가능한 에너지 토대를 만들 수 있다고 주장하였다.

하지만 신재생 에너지는 다른 화석 에너지에 비해 고가인데다가 저 효율이고 기후적, 지리적 특성에 매우 의존적이라는 치명적인 한계가 있다. 예를 들어 태양광이나 태양열은 해가 떠 있는 동안에만 발전이 가능하며 해양 에너지는 국가 근처에 바다가 없으면 발전이 불가능하다. 또한 풍력과 지열 같은 경우에도 발전 할 수 있는 지역이 매우 한정적이다. 이러한 신재생 에너지의 한계점들 때문에 신재생 에너지는 국가의 신재생 에너지 촉진 정책이 없이 자발적으로 성장하기가 힘들다. 따라서 신재생 에너지 촉진 정책을 위해 신재생 에너지 시장에 대한 정확한 예측과 평가, 그리고 이에 기반한 정책적 수단을 마련하는 것이 매우 중요한 경제적, 정책적 의미를 가지고 있다고 할 수 있다.

위의 선행연구에서 연구되었던 것처럼 신재생 에너지에 대한 높은 정책적, 경제적 중요성에도 불구하고 신재생 에너지에 관한 연구는 특정한 신재생 에너지원에 대한 기술적 분석 혹은 해외 신재생 에너지 선진국들의 현황에 대한 정성적인 정책적 분석이 대부분이다. 더욱이 신재생 에너지 산업 활성화를 위한 구체적인 정책 연구의 수가 제한적일 뿐 아니라, 계량적이고 정량적인 분석에 기반한 정책연구는 매우 부족한 것이 현실이다.

이런 의미에서 신재생 에너지 원 별 도입의 의사결정 행태를 분석하여 현재 에너지 시장 상황 및 기술수준에 맞는 기술개발 방향 설정 및 신재생 에

너지 관련 연구개발 기업의 전략적 방향을 수립하는데 기초자료를 생성하는 것이 시급하다. 특히, 신재생 에너지 기술을 개발하고 상용화하여 활용하고 있는 국가를 대상으로 신재생 에너지 채택의 의사결정과정을 모형화하여 각국 상황 및 기술 수준에 맞는 최적의 신재생 에너지 포트폴리오를 구성하고, 기업의 전략적 방향을 수립하는데 활용 할 수 있는 결과가 요구된다. 여기서 도출된 정량적 결과들은 정책 연구과정에서 중요한 핵심요소로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 연구에서 사용된 모형을 소개할 것이며, 3장에서는 OECD 30개국에 적용한 실증 분석 결과를 보일 것이다. 이를 토대로 4장에서는 본 연구의 시사점 및 한계점에 대해 살펴 볼 것이다.

II. 모형

신재생 에너지 이용에 영향을 미치는 요인에 대한 많은 선행연구가 있었는데 전영서(2007)는 대체에너지원에 대한 수요공급모형에 대해서 추정된 결과에서 대체 에너지 수요가 소득과 보조금에 대해서 양의 상관관계를, 대체에너지의 상대가격에 대해서 음의 상관관계를 갖는 것으로 밝혔다. 특히 정부의 보조금 지원정책이 실제 대체에너지 수요촉진에 큰 기여를 하는 것으로 나타나 수요촉진정책이 매우 유효한 정책도구로 평가 받을 수 있다고 하였다.

이근대 외(2007)는 조사업체인 엠브레인을 통해 구조화된 웹 설문을 이용한 온라인 설문을 실시하여 전력소비자들의 녹색전력에 대한 잠재수요를 추정하였다. 분석 결과 평균환경활동 수준과 신재생 에너지에 대한 지식 수준이 신재생 에너지의 가격정책 및 수요에 긍정적인 역할을 할 것이라 밝혀내었다.

MDCEV모형은 여러 분야의 연구에서 사용되었지만 아직까지 MDCEV모형을 사용한 신재생 에너지 도입행태에 대한 연구는 이루어지지 않았다. MDCEV모형은 대안 도입의 유무와 함께 사용량을 함께 반영하기 때문에 기존의 고전적인 이산선택모형에 비해 더 현실을 반영할 수 있다는 장점이 있다.

Kim et al(2002)에서는 가산적 변형 효용 구조(translated additive utility structure)를 바탕으로 한 소비자 수요 모형을 제시하였다. Kim et al(2002)의 모형 바탕으로 Bhat(2005)는 교란항이 독립적이고 동일한 분포(Independently and Identically Distributed)라고 가정하여 폐쇄적인 형태(Closed form)를 생성하였다.

MDCEV모형에서 소비자가 K 개의 대안가운데 대안 j 에 대한 소비량이 m_j 라고 하면 소비자의 효용은 다음과 같다.

$$U = \sum_{j=1}^K \psi(x_j)(m_j + \gamma)^{\alpha_j} \quad (1)$$

여기서 $\psi(x_j)$ 는 대안 j 의 baseline utility이며, x_j 는 observed characteristic, m_j 는 대안 j 의 사용량, γ 는 translation을 결정하는 매개변수, α_j 는 포화 매개변수(Satiation parameter)로 한계 효용 체감 법칙(Law of diminishing marginal utility)의 효과를 반영할 수 있다. α_j 는 0에서부터 1까지의 값을 가져야하기 때문에 $\alpha_j = 1/\{1 + \exp(-\delta_j)\}$ 로 변환하였다. 포화 매개변수를 Satiation에 영향을 미치는 개인적 특성을 나타내기 위해 $\delta_j = \theta_j' y_j$ 로 쓸 수 있다. 여기서 y_j 는 j 번째 대안에 대한 개인적 특성을 나타내는 벡터로 볼 수 있다. 확률효용모형을 기본효용(Baseline Utility)에 적용한 것은 다음과 같다.

$$\psi(x_j, \epsilon_j) = \psi(x_j) \cdot e^{\epsilon_j} = \exp(\beta' x_j + \epsilon_j) \quad (2)$$

위에 식(2)를 이용하여 식(1)을 다음과 같이 변환 할 수 있다.

$$U = \sum_{j=1}^K [\exp(\beta' x_j + \epsilon_j)](m_j + \epsilon_j)^{\alpha_j} \quad (3)$$

각각의 소비자들은 제약조건인 $M = \sum_{j=1}^K m_j$ 에서 효용함수를 극대화하려 한다. ϵ_j 이 iid이고 Gumbel distribution를 가진다고 할 때, 소비자가 K 개의 대안 중 I 개를 선택할 확률은 다음과 같다(Bhat, 2005).

$$P(m_2, m_3, \dots, m_i, 0, 0, \dots, 0) = \left[\prod_{i=1}^M c_i \right] \left[\prod_{i=1}^M \frac{1}{c_i} \right] \left[\frac{\prod_{i=1}^M e^{V_i}}{\left(\sum_{j=1}^K e^{V_j} \right)^M} \right] (M-1)!$$

$$\text{Where } c_i = \left(\frac{1 - \alpha_i}{m_i^* + \gamma} \right), \quad V_j = \beta' x_j + \ln \alpha_j + (\alpha_j - 1) \ln(m_i^* + \gamma) \quad (4)$$

$M=1$, $\alpha_j=1$, $m_i=0$ 일 때 (하나의 대안만 선택할 때) 식(4)은 일반적인 다항 로짓모형(Multinomial logit model)의 선택확률이 되어 버린다.

본 연구에서 신재생 에너지에 대한 선택여부 및 사용량을 분석하기 위해 MDCEV모형이 발전된 형태인 혼합 MDCEV모형(Mixed MDCEV model)을 이용하였다. 혼합 MDCEV모형은 계수들이 분포를 가지고 있다고 가정하여 소비자들의 다양성(Heterogeneity)을 반영해준다는 장점이 존재한다(Bhat, 2005, 2008, Ahn et al, 2008).

본 혼합 MDCEV모형을 추정하기 위해 기존의 고전적인 추정방법인 Maximum likelihood inference approach(Bhat, 2005)가 아닌 베이지안 추정방법을 사용하였다. 베이지안 추정방법은 고전적 추정방법에 비해 많은 장점이 존재한다. 우선 베이지안 추정방법은 고전적 추정방식의 약점인 초기 값에 따른 전역적 극대화(Global maximum) 문제를 피할 수 있다(Train, 2003). 또한 베이지안 추정 결과가 고전적인 관점에서의 추정결과로도 해석이 가능하고 고전적인 추정방법보다 더 완화된 조건하에서 consistent하고 efficient한 결과를 얻을 수 있다.

$$p(\text{parameter}|\text{data}) = \frac{p(\text{data}|\text{parameter})p(\text{parameter})}{p(\text{data})} \quad (5)$$

$$p(\text{parameter}|\text{data}) \propto p(\text{data}|\text{parameter})p(\text{parameter}) \quad (6)$$

베이저안 추정방법은 식(5)에 적혀진 베이즈 정리(Bayes' rule)에 기반한다. 매개변수와 자료의 결합확률은 베이즈 정리에 의해 식 (5)과 같이 나타낼 수 있는데 식(5)을 정리하면 식(6)를 얻을 수 있다. $p(\text{parameter})$ 는 매개변수에 대한 사전적 분포를, $p(\text{data}|\text{parameter})$ 는 매개변수의 우도함수를, $p(\text{parameter}|\text{data})$ 는 매개변수의 사후분포를 의미한다. 따라서 사후분포는 사전분포와 우도함수의 비례하게 되므로 이를 통하여 매개변수의 사후분포를 구할 수 있게 된다. (Koop, 2003)

McCulloch and Rossi (1994)는 위에서 언급한 베이즈 정리를 바탕으로 베이저안 추정방법을 정리하고 있다. 본 연구에서 사용하려는 베이저안 추정방법을 기본적인 효용모형에 가정하여 정리하였다.

N명의 사람과 J개의 대안이 있을 때 가정한 효용모형을 다음 식 (7)에서 나타낼 수 있다.

$$y_i^* = X_i\beta + \varepsilon_i, \varepsilon_i \sim N(0, \Sigma) \quad (7)$$

$$P(\beta, \Sigma^{-1}) = P(\beta)P(\Sigma^{-1})$$

위와 같은 식에서 추정하고자 하는 것은 β 와 Σ 인데, 이 모수들의 결합으로 y_i^* 를 구할 수 있다. 실제 관측 가능한 y_i^* 는 소비자들이 선택을 하면 1 아니면 0을 가지는 값이므로 실제 관측 불가능한 y_i^* 가 0이상이면 선택, 그렇지 않으면 선택되지 않는다고 본다. 관측 불가능한 효용 y_i^* 를 잠재효용(Latent Utility)라고 한다. 여기서 추정하고자 하는 β 와 Σ 에 대한 사전분포와 우도함수, 사후분포는 다음과 같이 식 (8), 식 (9), 식 (10)의 수식으로 도출될 수 있다.

$$\text{사전분포: } P(\beta, \Sigma^{-1}) = P(\beta)P(\Sigma^{-1}) \quad (8)$$

$$\text{우도함수: } L(\beta, \Sigma) = P(y|\beta, \Sigma) \quad (9)$$

$$\text{사후분포: } P(\beta, \Sigma^{-1}|y) \quad (10)$$

우선 사전분포에서 β 와 Σ^{-1} 는 각각 정규(Normal)분포와 위샤트(Wishart) 분포로 가정한다. 한 사람에게 대한 우도함수를 통해 N명의 사람에게 적용한 우도함수를 도출 할 수 있게 된다.

추정계수의 사후분포를 직접 구하는 것은 매우 어렵기 때문에 여기서는 깃스샘플링(Gibbs sampling)을 추출기법으로 한 몬테카를로 시뮬레이션을 사용하였다 (Allenby and Rossi, 1999; Hurber and Train, 2001; Train 2003). Markov Chain Monte Carlo (MCMC) 시뮬레이션 기법은 마코브 체인을 만들어 조건부 확률 분포에서의 연속 샘플 추출을 통하여 한계 분포(Marginal distribution)으로 수렴되는 매개변수의 분포를 도출 할 수 있다. 이를 통하여 사후 분포의 매개변수를 구할 수 있게 된다.

각 매개변수의 조건부 분포로부터 반복적으로 샘플 추출을 수행하여 결국 사후분포의 값에 수렴할 수 있다.

Ⅲ. 실증분석

1. 분석대상

신재생 에너지는 국제적으로 통일된 정의가 없고 각 나라의 경제상황과 환

경에 맞추어 개발하고 있기 때문에 그 범위가 다르게 규정되어 있다. 각 국별 신재생 에너지 범위를 정의하는 것은 신재생 에너지원 별 대안 설정과정에서 필요한 단계이다. IEA에서 정의한 재생 가능한 에너지원은 수력 에너지, 지열 에너지, 태양광 에너지, 태양열 에너지, 풍력 에너지, 해양 에너지, 고체 바이오매스, 바이오 가스, 액화 바이오매스, 재생 가능한 도시 폐기물을 의미한다. IEA에서 정의하는 신재생 에너지에서 산업 폐기물, 비 재생 도시폐기물, 양수 발전 등은 포함이 되지 않는다.

실증분석을 위하여 국제 에너지 기구(IEA)에서 발행한 Renewables information 2010 edition에서 나온 OECD국가의 신재생 에너지원 별 소비량 자료를 이용하였다.

IEA Renewables information에서 보면 전 세계 에너지 공급량 중 신재생 에너지의 비율이 12.8%나 되는데 비해 OECD국가의 에너지 공급량 중 신재생 에너지의 비율이 7.3% 밖에 되지 않는다. 이 숫자만 본다면 오히려 개발도상국들이 선진국들보다 신재생 에너지 발전을 많이 한다고 볼 수 있으나, 세부적인 수치를 보면 그것이 아님을 알 수 있다. Goldemberg and Coelho(2004)는 후진국에서 큰 비중을 차지하는 바이오매스는 IEA정의에 따라 신재생 에너지원으로 분류되어 있지만 바이오매스 중 나무나 숲과 같은 전통적인 바이오매스는 신재생 에너지의 원래 의미와 다르게 사막화를 촉진시키고 실내오염을 유발하고 있다고 한다. 따라서 본 연구에서는 신재생 에너지원 대안 중 전통적인 바이오매스를 많이 포함하고 있는 고체 바이오매스를 대안에서 제외하기로 하였다. 따라서 본 연구에서 선택된 신재생 에너지 대안은 수력 에너지, 지열 에너지, 태양광 에너지, 태양열 에너지, 풍력 에너지, 도시 폐기물(재생), 해양 에너지, 바이오 연료, 바이오 가스 9가지로 정하였다.

본 연구에서는 OECD 국가 30개국에 대한 데이터를 바탕으로 실증분석을 하여 선진국의 신재생 에너지원의 도입 시기와 도입량에 영향을 끼친 설명변수의 계수를 추정하고 추정된 정량적인 모형을 바탕으로 선진국의 신재생 에너지 도입행태과정을 알아 볼 수 있을 것이라 기대한다.

2. 분석대상

각 국가의 신재생 에너지원 대안에 대한 선호를 알아보기 위해 신재생 에너지 원 도입에 따른 국가의 이익 함수(Country benefit function)를 설정하였다. 국가의 이익 함수는 기본적으로 확률효용모형(Random utility model)에 기반한다. i국가의 이익함수는 다음과 같다.

$$B_i = \sum_{j=1}^9 [\exp(\beta_j x_j + \epsilon_j)] (e_j + \gamma)^{\alpha_j}$$

B_i = 국가 i의 이익

x_j = j에너지에 대한 설명변수

e_j = j에너지의 사용량

α_j = j에너지의 Satiation parameter

본 모형은 Bhat(2005)가 제시한 MDCEV 모형과 거의 동일하다. 위의 MDCEV 모형 분석을 위해 사용된 변수는 아래 <표 1>과 같다.

<표 1> 실증분석 변수 정의

구분	변수	단위
종속변수	국가의 신재생 에너지원 별 소비량	TJ
설명변수	국민 1인당 GDP	US \$
	유가	US \$
	국민 1인당 신재생 에너지 R&D 투자액	US \$
	국민 1인당 GDP X 개별 신재생 에너지원 (교차항)	US \$
	국민 1인당 신재생 에너지 R&D 투자액 X 개별 신재생 에너지원 (교차항)	US \$

신재생 에너지 도입에 영향을 끼치는 설명변수는 국민 1인당 GDP, 유가, 국민 1인당 신재생 에너지 R&D 투자액 3가지로 정하였다. 국민 1인당 GDP는 Worldbank에서, 유가는 매월 첫째 주를 기준으로 U.S Energy information administration의 유가 데이터에서, 신재생 에너지 R&D 투자액은 IEA의 데이터 베이스에서 찾을 수 있었다. 설명변수가 개별 신재생 에너지 선호에 미치는 영향을 알아보기 위해 교차항을 사용하여 분석을 진행하였다.

3. 추정결과 및 결과분석

본 연구를 위해 앞에서 설정한 실증모형에 따라 신재생 에너지원 9개의 대안에 따른 OECD국가의 에너지원 별 선호도와 에너지원의 발전가능성을 살펴보았다. 설명변수는 국민 1인당 GDP, 유가, 국민 1인당 신재생 에너지 R&D 투자액으로 설정하였다. 또한 개별 신재생 에너지원에 대한 GDP와 신재생 에너지 R&D 투자액의 효과를 보기 위해 교차 항을 사용하였다.

본 연구의 모형을 이용하여 기본 효용(Baseline Utility)과 포화 매개변수(Satiation parameter)에 대한 추정을 진행하였다. 기본 효용은 국가의 각 신재생에너지원에 대한 선호도를 나타내고, 포화 매개변수는 각 신 재생에너지원의 잠재적인 성장가능성을 나타내고 있다.

집스 샘플링을 이용하여 반복추출을 20000번 한 후 그 중 초기 값 효과를 방지하기 위해 초기 10000개를 버리고 뒤에 10000개 중 10번째 것들을 추출, 결과 값에 대한 평균과 분산을 구하였다. 그렇게 구한 추정결과를 3.1과 3.2에서 살펴보기로 한다.

3.1 기본 효용 결과

본 연구의 기본 효용(Baseline Utility) 분석 결과는 아래 <표 2>와 같다.

<표 2> 기본효용(Baseline Utility) 분석 결과

Energy resource	Mean	Variance
지열	-3.0238**	1.0143**
태양광	-6.5994**	0.9582**
태양열	-5.3469**	0.9274**
해양	-3.8863**	0.9595**
풍력	-3.224**	0.9411**
도시폐기물 (재생)	-2.4905**	1.0369**
바이오 가스	-3.4982**	1.0346**
액체 바이오매스	-3.8928**	0.9906**
GDP per capital	0.3168**	0.1526**
유가	0.3814**	0.2148**
국민 1인당 신재생 에너지 R&D 투자	0.7272**	0.7473**
수력XGDP	0.7421**	1.0317**
지열XGDP	0.589**	0.5348**
태양광XGDP	0.7937**	1.5283**
태양열XGDP	1.1041	2.2062**
해양XGDP	0.6336**	0.5771**
풍력XGDP	0.7026**	0.7742**
도시폐기물(재생)XGDP	1.7217	6.3742**
바이오 가스XGDP	0.8969	1.4802**
액체 바이오매스XGDP	1.0397	1.6183**
수력XR&D	0.2931**	0.1455**
지열XR&D	2.1137	8.0627**
태양광XR&D	0.535**	0.3562**
태양열XR&D	0.5196**	0.3612**
해양XR&D	1.8603	5.1969**
풍력XR&D	0.7608**	1.0599**
도시폐기물(재생)XR&D	1.3327	2.5105**
바이오 가스XR&D	0.7338**	0.9505**
액체 바이오매스XR&D	1.552**	4.5876**

** Refer to significance levels at 5%

위 결과를 보면 많은 국가들이 신재생 에너지원 중 수력 에너지를 가장 선호함을 알 수 있다. 수력 에너지는 OECD의 에너지 소비량 가운데 2.1%를 차지하는 중요한 에너지원이다. 더구나 모든 국가들은 수력 에너지를 발전하고 있기 때문에 위와 같은 결과가 도출된 것이라 할 수 있다. OECD 30개 국가의 신재생 에너지원 별 선호도는 수력 에너지, 도시폐기물(재생), 지열 에너지, 풍력 에너지, 바이오 가스, 해양, 액체 바이오매스, 태양열 에너지, 태양광 에너지 순으로 나타났다.

반면 OECD국가에서 태양광 에너지나 태양열 에너지가 가장 선호되지 않음이 보여졌다. 그 이유로 태양광, 태양열 에너지의 시장 가격을 들 수 있다. 태양광, 태양열 에너지는 다른 신재생 에너지원에 비해 시장 가격이 높은 편에 속한다. 특히 태양광 에너지의 가격은 수력 에너지에 10배 가량 비싼 상황으로 이러한 태양에너지의 현실적인 한계점 때문에 태양열, 태양광 에너지에 대한 선호도가 낮아질 수밖에 없다. 실제로 IEA에서 발간한 World Energy Outlook 2010 edition에서도 신재생 에너지의 가격경쟁력이 화석 연료에 비해 많이 떨어지기 때문에 아직까지 신재생 에너지의 자발적인 성장이 힘들다고 하였다. 태양 에너지에 대한 발전원가의 감소가 선행된다면 태양 에너지의 수요가 높아질 것이다.

화석 연료의 가격 변동이 신재생 에너지 선호에 나타나는 영향을 보기 위해 유가의 추이를 설명변수로 넣어주었다. 추정 결과에서 유가의 상승은 신재생 에너지 선호에 긍정적인 역할을 하였다. 신재생 에너지가 기존 화석 에너지의 대체적인 역할을 하기 위해 발전되고 있는 상황을 볼 때 이와 같은 결과는 세계 에너지 시장 상황을 대변해주는 결과라 할 수 있다. 신재생 에너지 가격과 유가 사이의 가격 차이가 줄어들수록 국가 단위에서의 신재생 에너지 선호도가 더 높아질 것이라 예상된다.

국민 1인당 GDP의 상승 역시 신재생 에너지 선호에 긍정적인 역할을 하였는데, 이는 국민의 소득 수준이 높아 질수록 신재생 에너지 같은 환경친화적인 에너지에 대한 선호도가 높아짐을 보여준다. 앞에서 봤던 많은 선행연구에

서 소득이 높아질수록 그린에너지에 대한 지불 가능액 (Willingness to pay) 이 증가한다고 하는 것은 위와 같은 결과를 뒷받침 해준다.

국민 1인당 GDP가 신재생 에너지원 각각에 미치는 영향을 보기 위해 교차항을 이용하였다. 국민 1인당 GDP가 높아질수록 수력 에너지, 지열 에너지, 태양광 에너지, 해양 에너지, 풍력 에너지를 선호하는 것으로 나타났다. 실제로 OECD 경제 강국들이 수력 에너지, 지열 에너지, 태양광 에너지, 해양 에너지, 풍력 에너지를 경쟁적으로 개발하는 신재생 에너지 현황을 볼 때, 위와 같은 결과는 실제 신재생 에너지 도입현황과 무관하지 않다는 것을 보여준다.

1인당 신재생 에너지 R&D 투자액 또한 신재생 에너지 선호에 긍정적인 역할을 하였다. 신재생 에너지의 사용은 기존 화석 에너지를 사용하는 것보다 충분한 수준의 과학기술이 필요로 한다. 이는 신재생 에너지가 발전하기 위해서 R&D에 많은 투자가 이루어져야 한다는 것을 의미한다.

1인당 신재생 에너지 R&D 투자액과 개별 신재생 에너지원 간의 교차항 결과에서는 신재생 에너지 R&D투자액이 증가할수록 수력 에너지, 태양광 에너지, 태양열 에너지, 풍력 에너지를 선호하는 것으로 나타났다. 수력 에너지는 많은 발전이 되어 있는 상황이지만, 일반적인 대수력 발전(Large hydro)에 비해 친환경적이라는 장점을 가지고 있는 소수력 발전(Small hydro)같은 경우 아직 많은 기술적 발전이 더 필요한 상황이다. 이런 이유로 인해 과학기술의 발전이 수력 에너지에 유의한 효과를 미친다는 것을 입증할 수 있다. 또한 태양광 에너지, 태양열 에너지는 전력 생산이 일조량에 의존해 시간적 제약이 있다는 단점이 있다. 이를 극복하기 위해 에너지 저장 기술 등과 같은 높은 수준의 과학기술이 전제되어야 한다. 풍력 에너지 같은 경우에도 제한적인 입지와 소음이 크다는 한계점을 극복하기 위해 높은 수준의 과학기술이 필요하다. 김은일(2005)은 풍력 에너지 선진국인 덴마크, 독일, 스페인 정부의 풍력 에너지 산업을 고찰한 결과, 정부의 공공연구개발과 민간의 시장참여를 통한 기술개발로 풍력발전시스템 제조업을 발전시켰다고 하였다. 따라서, 풍력 에너지의 발전을 위해 적극적인 R&D 투자가 필요하다고 할 수 있다.

3.2 포화 매개변수 결과

본 연구의 포화 매개변수 추정결과는 아래 <표 3>과 같다.

〈표 3〉 포화 매개변수 (Satiation parameter) 분석 결과

Energy resource	Mean	Variance
수력	0.5824**	0.0404**
지열	0.6433**	0.0361**
태양광	0.0761**	0.0054**
태양열	0.7345**	0.0287**
해양	0.8627**	0.0121**
풍력	0.235**	0.0242**
도시폐기물(재생)	0.2656**	0.0263**
바이오 가스	0.1424**	0.0137**
액체 바이오매스	0.878**	0.0102**

** Refer to significance levels at 5%

포화 매개변수 값은 액체 바이오매스, 해양 에너지, 태양열 에너지, 지열 에너지, 수력 에너지, 도시폐기물(재생), 풍력 에너지, 바이오 가스, 태양광 에너지 순으로 나타났다. 액체 바이오매스와 해양 에너지가 높은 포화 매개변수를 가지고 있었다. 이는 액체 바이오매스와 해양 에너지가 앞으로의 잠재적인 성장 가능성이 높다는 것을 의미한다. 신재생 에너지원 별 도입현황에서 전체 422개 중 도입한 숫자는 겨우 33개, 39개로 아직까지 많은 국가에서 도입이 이루어지지 않았다는 것으로 보여진다. 이는 아직까지 이 에너지원들의 잠재적인 성장 가능성이 높다는 연구 결과와 같은 맥락으로 해석 될 수 있다.

하지만 바이오 가스와 태양광 에너지는 많은 국가에서 도입을 하고 있지만 다른 에너지원에 비해 포화 매개변수가 작게 나타나 향후 국가 단위에서의 신재생 에너지로 발전할 잠재적인 가능성이 적은 것으로 예상된다. 태양광 에너지의 R&D 투자액은 전체 신재생 에너지 R&D 투자액의 27.8%를 차지하고

있을 만큼 많은 국가에서 태양광 에너지에 대한 발전을 많이 하고 있지만, 앞으로 가격 경쟁력의 확보가 이루어지지 않으면 태양광 에너지가 신재생 에너지의 주요 에너지원으로 성장하기에 한계가 있을 것이다. 태양광 에너지는 위와 같은 단점을 빠른 시간 안에 극복해야 할 것이다.

IV. 결론 및 시사점

본 연구에서는 선진국들의 신재생 에너지원 별 도입행태 분석을 진행하였다. 화석연료 가격의 상승과 원자력 에너지의 위험성, 전세계적인 저탄소 녹색정책 선호로 인해 신재생 에너지의 중요성이 많은 나라들 사이에서 대두되고 있다. 이러한 분위기에도 불구하고 현재 국가 차원의 정량적인 신재생 에너지 도입 행태 분석에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 본 연구에서는 국가 단위에서의 개별 신재생 에너지원 선호도와 발전가능성을 분석하며 어떠한 인구통계학적 변수들과 에너지 관련 변수들이 신재생 에너지원 선호에 영향을 끼치는지 분석하고 포화 매개변수를 통해 개별 신재생 에너지원 의 발전 가능성에 대해 연구하였다. 이와 같은 연구가 개별 신재생 에너지 시장에 대해 차별화된 시장활성화 정책을 수립할 수 있게 하는 기초 근거와 자료로 활용 될 수 있을 것으로 기대한다.

신재생 에너지원 별 도입행태 분석을 위해 IEA에서 발간한 Renewables information 2010 edition을 참조하여 OECD 30개국의 1990년부터 2009년까지의 신재생 에너지원 별 에너지 소비량을 종속변수로 넣고 '국민1 인당 GDP, 유가, 국민 1인당 신재생 에너지 R&D 투자액을 설명변수로 넣어 추정을 진행하였다.

본 연구에서는 국가의 신재생 에너지 도입행태를 분석하기 위해 MDCEV 모형을 사용하여 신재생 에너지원의 선호 분석과 신재생 에너지원 선호에 어

편 설명 변수들이 영향을 끼치는지 조사하였다. 신재생 에너지원 별 국가의 기본효용 분석 결과 신재생 에너지의 선호도는 수력 에너지 > 도시폐기물(재생) > 지열 에너지 > 풍력 에너지 > 바이오 가스 > 해양 에너지 > 액체 바이오매스 > 태양열 에너지 > 태양광 에너지 순서로 나타났다. 국가의 신재생 에너지원 선호 분석결과를 통해서 많은 국가들이 가격적인 측면에서 다른 신재생 에너지원보다 유리한 면을 가지고 있는 수력 에너지를 선호하는 것으로 나타났다. 수력 에너지는 가격적인 측면 외에도 신재생 에너지원 중 기술적으로 가장 발전되어 있다는 평가를 받고 있고 에너지 변동에 대해 유연하게 대처 가능하다는 장점도 존재한다. 반면 신재생 에너지 중 가장 가격 경쟁력이 없는 태양광 에너지가 신재생 에너지 선진국에서 선호도가 낮은 것으로 밝혀져 신재생 에너지의 가격이 신재생 에너지 선호도에 미치는 영향이 크다는 것을 알 수 있다. 태양광 에너지에 대한 R&D예산 비중이 다른 에너지원에 비해 많이 높았음에도 불구하고 에너지 소비량은 투자에 비해 많지 않아 아직까지 많은 한계점이 존재한다는 것을 알 수 있었다. 위의 결과를 바탕으로 향후 신재생 에너지 가격이 낮아지면 신재생 에너지에 대한 선호도가 높아질 것이라 보여졌다. 이 결과를 통해 기술 발전을 통한 신재생 에너지 생산원가 절감이 신재생 에너지 선호를 높이는데 가장 큰 역할을 할 것이라 보인다.

또한 유가가 높아질수록 신재생 에너지 선호에 긍정적인 영향을 주었다는 것은 화석 에너지의 가격이 상승할수록 신재생 에너지에 대한 선호도가 증가한다는 것을 의미한다. 과거의 화석연료의 가격 상승은 오일쇼크와 같이 정치적인 요소에 많이 좌우 받았으나 현재의 화석연료 상승의 요인은 주로 화석연료의 부존량 감소로 인해 발생하고 있다. 위와 같은 이유로 향후 지속적인 화석연료의 가격 상승이 예상되는 만큼 신재생 에너지가 기존 화석연료의 대체품으로 수요가 높아질 것이라고 예상된다. 신재생 에너지의 기술발전을 통해 가격경쟁력이 지금보다 더 갖추어져 화석연료와의 가격의 차이가 줄어들면 수요가 더 빠른 속도로 증가할 것이다.

1인당 GDP가 높아질수록 신재생 에너지에 대한 선호도가 높아짐을 보였

다. 국민의 경제 수준이 신재생 에너지 선호에 영향을 끼침을 보여준다. 실제로 앞선 선행연구에서도 국민의 소득 수준과 그린 에너지와 지불의사액과의 양의 상관관계가 있음을 보여준 것은 위와 같은 결과의 타당성을 증명해줄 수 있다.

1인당 GDP와 개별 신재생 에너지원 간에 교차항을 분석한 결과 1인당 GDP가 높을수록 수력 에너지, 지열 에너지, 태양광 에너지, 해양 에너지, 풍력 에너지를 선호하는 것으로 나타났다. 실제로 전 세계와 OECD의 신재생 에너지원 별 비중을 살펴 볼 때 전체 신재생 에너지 중에 수력에너지, 지열 에너지, 태양광 에너지, 해양 에너지, 풍력 에너지 모두 전 세계 평균보다 OECD 평균이 많은 것은 1인당 GDP가 높은 선진국들이 위의 신재생 에너지를 더 많이 발전시킨다는 의미이고 위와 같은 연구결과를 뒷받침 한다고 할 수 있다.

1인당 신재생 에너지 R&D 투자액과 신재생 에너지 선호와 관련한 기본 효용 결과, 신재생 에너지 R&D 투자액이 많아질수록 신재생 에너지 선호가 높아지는 것으로 나타났다. 위 결과에서 높은 신재생 에너지 관련 과학기술수준이 신재생 에너지 선호도에 영향을 끼칠 수 있는 것을 보여주었다. 특히 수력 에너지, 태양광 에너지, 태양열 에너지, 풍력 에너지는 신재생 에너지 R&D 투자액과의 교차항이 높아 다른 신재생 에너지보다 다 관련 신재생 에너지 R&D 투자액에 많은 영향을 받는다는 것을 볼 수 있었다. 유의 한 값들 중 풍력 에너지와 액체 바이오매스, 태양광 에너지, 태양열 에너지가 많은 영향을 받는다는 결과가 나왔는데 실제로 이 에너지원들은 관련 기술들의 발전에 에너지 소비량이 많은 영향을 받고 있다. 풍력 에너지 같은 경우 저 효율과 고 소음, 값 비싼 소재 등과 같이 많은 기술적 한계점이 존재하고 액체 바이오매스도 미국이나 영국과 같은 신재생 에너지 선진국들만 주로 발전하고 있는 에너지원이다. 태양광 에너지, 태양열 에너지 역시 자연환경 제약으로 인해 높은 수준의 저장기술과 집열기술 등을 요구한다. 위와 같은 신재생 에너지 관련 과학기술 기반 에너지원들이 발전하려면 신재생 에너지 관련 R&D부

분에 많은 투자를 해야 하는 것은 자명한 일이다.

수력 에너지는 가장 기술적으로 안정되어 있고 발전한 에너지원이라 유의한 값들 중 가장 적은 영향을 보여주었지만, 수력 에너지도 소수력 같은 경우에 아직 관련 기술이 많이 발전 되지 않아 거의 신재생 에너지 선진국에서만 개발되고 있는 실정이다. 현재 발전설비용량 10MW 이하(소수력)를 신재생에너지 연구개발 및 보급 대상으로 지원하고 있는 것은 소수력의 관련 기술 발전이 더 필요하다는 것을 뒷받침해주고 있다. 앞으로 소수력 관련 기술의 발전이 이루어진다면 수력 에너지 자체에 대한 선호도 역시 더 높아질 것이다.

본 연구에서는 기본 효율을 결과를 분석해 신재생 에너지원들의 선호도를 구한 것 외에도 포화 매개변수 결과를 통해 개별 신재생 에너지원들의 발전 가능성을 밝혀내었다. 포화 매개변수 분석 결과 기존 국가에서 많이 개발하지 않은 액체 바이오매스와 해양 에너지에 대한 발전 가능성이 높은 것으로 나타났다. IEA의 World energy outlook 2010에 따르면 해양 에너지는 다른 에너지원과 달리 다양한 결과물이 생성 될 수 있다는 장점이 있음에도 불구하고 신재생 에너지원 중 가장 개발이 되어있지 않았다고 기술하였다. 또한 액체 바이오매스 중 중요한 에너지원으로 평가되는 바이오 디젤은 기존 디젤 오일과 비슷한 수준의 성능을 내면서 낮은 CO₂배출을 한다는 장점을 가지고 있다(Carraretto et al., 2004). 아직까지 신재생 에너지 개발이 많이 이루어지지 않은 개발도상국과 후진국들이 앞으로 신재생 에너지를 도입하고 개발 할 때 액체 바이오매스와 해양 에너지 개발에 더 집중한다면 기존 신재생 에너지 선진국들과는 다른 특화된 신재생 에너지 발전이 이루어져 경쟁력을 가질 수 있을 것이라 예상된다.

반면, 바이오 가스와 태양광 에너지는 많은 국가에서 도입을 하고 있지만 다른 에너지원에 비해 포화 매개변수가 작게 나타나 향후 국가 단위에서의 신재생 에너지로 발전할 잠재적인 가능성이 적은 것으로 나타났다. 태양광 에너지의 R&D 예산은 전체 신재생 에너지 R&D 예산의 27.8%를 차지하고 있을 만큼 태양광 에너지에 대한 기술 개발 투자가 높음에도 불구하고 아직까

지 가격 경쟁력의 확보가 이루어지지 않아 태양광 에너지의 소비량은 전체 신재생 에너지 소비량 중 0.12% 밖에 되지 않는다. 위의 기술적 경제적 한계 점들을 빠른 시간 안에 극복하지 못한다면 태양광 에너지가 신재생 에너지의 주요 에너지원으로 성장하기에 한계가 있을 것이다. 이러한 한계점을 극복하고자 정부는 태양광 에너지의 도입을 촉진시키려 노력하고 있다. 정부는 2014년부터 소비자의 참여제한 및 대여사업자의 수익구조를 개선한 태양광 대여 사업을 본격적으로 시작하였다. 이러한 태양광 대여 사업이 향후 소형 태양광 시장을 성장시키는 기폭제 역할을 하여 발전시킬 것으로 보고 있다.

또한 해상풍력, 조력, 바이오 가스도 전체 관찰개수 422개 중 367개에서 도입을 하였지만 에너지 소비량이 전체 신재생 에너지의 1.23%밖에 되지 않는다. 점차적으로 바이오 가스 에너지 소비량의 성장률이 낮아지고 있는 만큼 관련 기술 발전이 선행되어야 할 것이다. 태양광과 마찬가지로 정부는 에너지 소비량이 낮은 해상풍력, 조력에 대해 Renewable Energy Point(REP) 가중치를 최고 수준인 2로 정하여, 소비를 촉진시키려 노력하고 있다. 이러한 정책이 현재 소비량이 적은 신재생에너지원 기술발전에 긍정적인 역할을 줄 것이라 기대한다.

본 연구는 다음과 같은 한계가 존재한다. 첫째, 본 연구에서는 OECD 30개국에 대한 실증분석을 진행하였으나, OECD국가 외에 신재생 에너지 신흥 강국인 중국과 인도 같은 국가에 대한 분석이 진행되지 않았다. 향후 이들 국가에 대한 자료가 구해진다면 보다 신재생 에너지 선진국들에 대한 보다 정확한 분석이 가능해 질 것이라 보인다.

둘째, 각국의 신재생 에너지 발전에 영향을 미치는 환경에 대한 요소들을 반영하지 못한 것은 본 모형을 해설 할 때 제약으로 존재한다. 신재생 에너지는 다른 에너지원과 달리 환경적인 변수 (강수량, 일사량, 바다 면적 등)의 큰 영향을 받는 에너지원이다. 하지만 본 연구에서 환경적인 변수 관련 데이터를 구하는데 어려움이 있어서 변수에 추가하지 못하였다. 그렇기 때문에 향후 연구에서 신재생 에너지에 대한 특성을 나타낼 수 있는 환경적인 변수를 고려

한다면 신재생 에너지 선호에 영향을 끼치는 요소를 보다 잘 반영 할 수 있을 것이다.

셋째, 신재생 에너지 촉진정책의 유무를 반영하지 못한 것으로 한계로 지적된다. RPS나 FIT와 같은 신재생 에너지 촉진정책을 각 국에서 사용하고 있으나, 조금씩 변형이 되어 사용하고 있다. 향후 촉진정책에 관한 분류를 정확히 한 후 데이터를 파악하여 연구를 진행한다면, 정부의 정책이 신재생에너지 도입에 어떠한 영향을 받는지 파악 가능할 것이다.

마지막으로 신재생 에너지원 대안 중 고체 바이오매스를 제외한 것도 한계로 지적될 수 있다. IEA Renewables information 데이터에서 고체 바이오매스에 대한 세부적인 분류가 되어 있지 않아 고체 바이오매스 전체를 제외 할 수 밖에 없었지만 이는 모형의 현실성 반영에 대한 한계가 생길 것이라 보인다. 추후 고체 바이오매스 중 전통적인 바이오매스의 비중을 알아내 제외한 현대적인 바이오매스 수치를 고체 바이오매스를 선택대안에 포함시킨다면 보다 현실적인 모형 반영이 이루어질 것이다.

본 연구결과는 소비자 중심으로 신재생 에너지원의 수요를 측정하였던 선행연구와는 달리 MDCEV 모형을 이용한 국가 중심의 정량적인 신재생 에너지 도입행태에 대한 모형을 제시하였다. 본 연구는 다양한 신재생 에너지원에 대한 선진국들의 도입행태를 보여줄 수 있어 후발 국가들의 신재생 에너지 발전 방향에 대한 자료로 활용 가능할 것이다. 기존 선진국들의 행태를 바탕으로 발전 가능성이 높은 신재생 에너지원에 집중하는 모습을 보인다면 신재생 에너지 후발국들이 선진국들과의 격차를 줄일 수 있을 것이다.

접수일(2014년 1월 14일), 수정일(2014년 3월 13일), 게재확정일(2014년 3월 17일)

◎ 참 고 문 헌 ◎

- 김은일. 2005. 「신재생에너지 R&D 어떻게 할 것인가?」. 한국태양에너지학회: pp149-154.
- 이근대, 부경진, 이창훈. 2005. 「신재생 에너지 전력시장 활성화」. 에너지경제연구원.
- 전영서. 2009. 「대체에너지 기술개발 및 보급정책의 유효성 검증에 관한 연구」. 經濟研究: pp1-15.
- Ahn, J., Jeong, G. and Kim, Y. 2008. “A forecast of household ownership and use of alternative fuel vehicles: A multiple discrete-continuous choice approach.” *Energy Economics* 30(5) : pp2091-2104.
- Allenby, G. M. and P. E, Rossi. 1998. “Marketing models of consumer heterogeneity.” *Journal of Econometrics* 89(1-2) : pp57-78.
- Asif, M. and T, Muneer. 2007. “Energy supply, its demand and security issues for developed and emerging economies.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 11(7) : pp1388-1413.
- Bhat, C. R. 2005. “A multiple discrete-continuous extreme value model: formulation and application to discretionary time-use decisions,” *Transportation Research Part B: Methodological* 39(8) : pp679-707.
- Bhat, C. R. 2008. “The multiple discrete-continuous extreme value (MDCEV) model: Role of utility function parameters, identification considerations, and model extensions.” *Transportation Research Part B: Methodological* 42(3) : pp274-303.
- Bhat, C. R. and S. Sen. 2006. “Household vehicle type holdings and usage: an application of the multiple discrete-continuous extreme value (MDCEV) model.” *Transportation Research Part B: Methodological* 40(1) : pp35-53.
- Carraretto, C., Macor, A. and Mirandola, A. 2004. “Biodiesel as alternative fuel: Experimental analysis and energetic evaluations.” *Energy* 29(12-15) : pp2195-2211.

- Elliott, D. 2000. "Renewable energy and sustainable futures" *Futures* 32(3-4) : pp261-274.
- Goldemberg, J. and Coelho, S.T. 2004. "Renewable energy--traditional biomass vs. modern biomass." *Energy Policy* 32(6) pp711-714.
- Huber, J. and K. Train. 2001. "On the Similarity of Classical and Bayesian Estimates of Individual Mean Partworths." *Marketing Letters* 12(3) : pp259-269.
- International Energy Agency 2010, World Energy Outlook 2010, International Energy Agency.
- International Energy Agency 2010, Renewables information 2010, International Energy Agency.
- Train, K. 2003. *Discrete Choice Method with Simulation*. Cambridge University Press.
- Turner, J. A. 1999. "A Realizable Renewable Energy Future" *Science* 285(5428) : pp687-689.
- Kim, J., G.M. Allenby, and P.E. Rossi 2002. "Modeling Consumer Demand for Variety." *Marketing Science* 21(3) pp229-250.
- Koop, G. 2003. *Bayesian Econometrics*, John Wiley & Sons.
- McCulloch, R. and P.E. Rossi 1994. "An exact likelihood analysis of the multinomial probit model." *Journal of Econometrics* 64(1-2) pp : 207-240
- McFadden, D. 1974. "The measurement of urban travel demand." *Journal of Public Economics* 3(4) : pp303-328.
- Sackett, J.I. 2001. "The future of nuclear energy." *Fuel Processing Technology* 71(1-3) : pp197-204.
- "신재생 에너지센터 홈페이지," Retrieved Feb 02, 2011, <http://www.knrec.or.kr/>.
- "에너지 관리공단 홈페이지" Retrieved Mar 10, 2014, <http://www.kemco.or.kr> .
- "EIA Data source," Retrieved May 11, 2011, <http://www.eia.gov/>.
- "IEA Data service," Retrieved May 11, 2011, <http://wds.iea.org/WDS/>.
- "Worldbank Data base," Retrieved Jan 28, 2011, <http://www.worldbank.org/>.

ABSTRACT

Adoption analysis of new and renewable energy:
Based on adoption patterns of OECD countries

Junhee Bae* Je-jung Choi** Jongsu Lee*** Jungwoo Shin****

The interest of new and renewable energy has been accelerated in all over the world due to exhaustion of fossil fuel and excess emissions carbon dioxide. The new and renewable energy has strength in perspective of environment, however, there are some limitations of using new and renewable energy because of high price and low efficiency. In such situation, making policy based on accurate forecasting and evaluation of new and renewable energy market has significant economical, political meaning. In this paper, we derive and formulate quantitative analysis model of new and renewable energy based on a technological level of country using multiple discrete continuous extreme value model. Through the result of this research, we expect we can review the introduction process of new and renewable energy in developed countries and check how technological level influenced to adoption of new and renewable energy. Also, we will suggest efficient way to develop new and renewable energy in developing country based on this quantitative model.

Key Words: New and renewable energy, Discrete continuous choice model, MDCEV model, New and renewable energy adoption model

JEL Codes : D12, Q42

* Assistant manager, Hankooktire R&D Center (Main author), baejh1212@naver.com

** Associate Research Fellow, Korea Institute of S&T Evaluation and Planning, matthew@kistep.re.kr

*** Associate professor, Technology Management, Economics, and Policy Program, Seoul National University, jxlee@snu.ac.kr

**** Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering, The University of Texas at Austin (corresponding author), shinjung11@utexas.edu